



IUGONET

超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究
Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork

Metadata DB for Upper Atmosphere

EISCATレーダーデータの概要 について

担当：小川泰信（極地研）



2013年8月21日

IUGONETデータ解析講習会
極地研3階セミナー室

今回の講習の目的

UDASを用いたEISCAT及び関連データの可視化方法を理解する。
(特に、EISCAT3次元イオン速度データやトロムソ/ロングイヤビン光学データ等の同時可視化も。)

データ講習の内容(講師:田中良昌):

- ・EISCATレーダーシステムやデータの基本的な知識のおさらい
- ・UDAS/TDASを用いたEISCAT及び関連データの読み込みと時系列プロット(2次元の高度分布やラインプロット)の作成。
- ・講習に使用するデータ:
 - (1) 2013年07月9-11日の磁気嵐イベント
(EISCATトロムソVHFレーダーとESR)
 - (2) 2011年02月4-7日の磁気嵐イベント
(EISCATレーダーと光学データ)

EISCATレーダーシステムの設置場所

ロングイヤビン

・EISCAT スバルバルレーダー(ESR)



70

トロムソ

・EISCAT UHF レーダー
・EISCAT VHF レーダー
・電離圏加熱装置

キルナ

ソダンキラ



UHFレーダー



VHFレーダー

- Longyearbyen (Svalbard)
(78° 09'N, 16° 03'E ,
Invariant Lat: 75°10'N)
MLT ~ UT + 3 hours
- Tromsø (Norway)
(69°35'N, 19°14'E,
Invariant Lat: 66°12'N)
MLT ~ UT + 2.5 hours
- Kiruna (Sweden)
(67° 52'N, 20° 26'E ,
Invariant Lat: 64°27'N)
- Sodankylä (Finland)
(67° 22'N, 26° 38'E ,
Invariant Lat: 63°34'N)

EISCATレーダーで導出可能な物理量

直接導出可能な物理量:

高度 約70 km から約1000 km の

- ・電子密度
 - ・視線方向のイオン速度
 - ・イオン温度
 - ・電子温度 (この4つが基本物理量)
- 3局方式(KST)/1局方式(TRO/ESR)の観測から
- ・イオンの3次元速度ベクトル

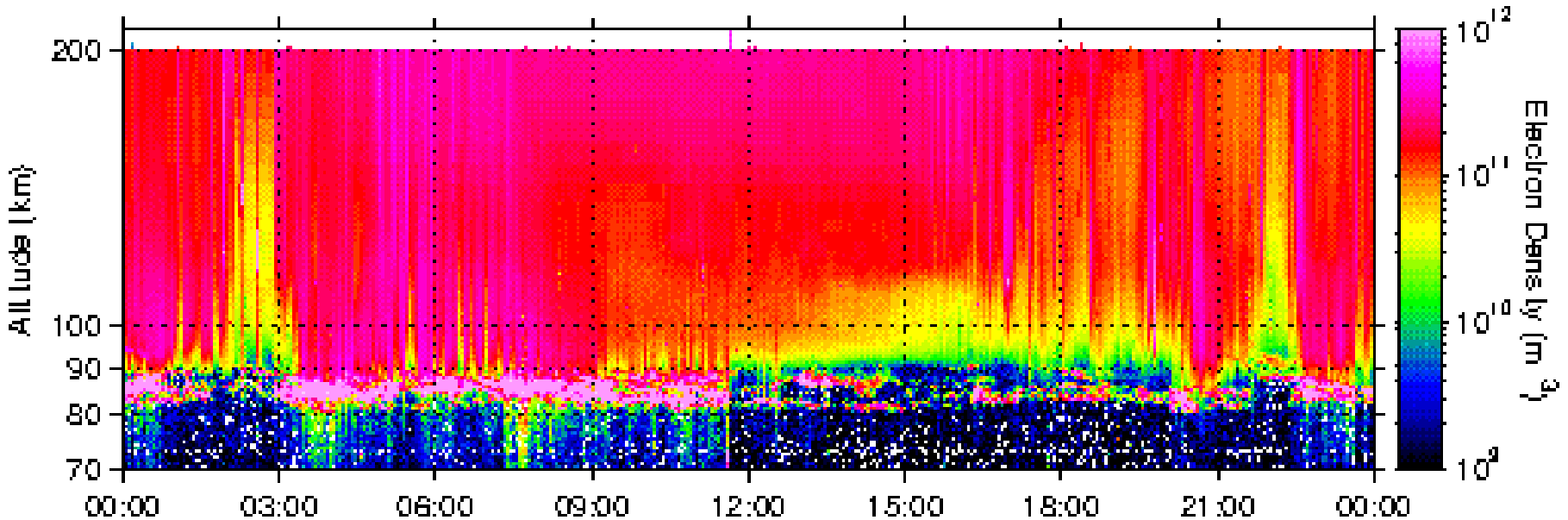
モデル等を用いて2次的に導出可能な物理量:

- ・中性風速度 (高度は約90-120 km)
 - ・電気伝導度/電場
 - ・電離圏電流
- ・降下粒子エネルギースペクトル

- ・時間分解能は約1分、高度分解能は約3km (@E領域)、約20km (@F領域)
- ・研究対象によって分解能を変えている(例えば、オーロラ微細構造の研究(0.4秒値)や長期変動解析用の1時間積分値。CDFファイルについては1分値を用意。) ⁴

EISCATレーダーデータの例

EISCAT VHFレーダーで観測した2013年7月10日の
トロムソ上空(高度 70 km から200 km)の電子密度



- ・PMSE(夏期極中間圏エコー)が高度85km付近に存在。
- ・00-12 UTにかけて高度80km以下でも電離 →高エネルギー粒子の降下(サブストームや磁気嵐に関係)

注:このイベントを今回の講習で利用

EISCATレーダー観測について

- ・全レーダー合わせて、年間3000-4000時間の観測(延べ約120-160日)。
1レーダーあたり年間1000-2000時間→毎日運用している訳ではない。
ただし、国際極年(IPY)のキャンペーン観測の一環として、2007年3月1日から2008年2月28日までの1年間は、ESRによる極冠域電離圏の連続観測を実施。
EISCAT_3Dが実現時には連続観測(24時間/365日)を予定。
- ・EISCAT共通実験(CP)と各国の特別実験(SP)の実験時間が約半分ずつ。
- ・CPは加盟国/世界共通の観測(World day観測、長期データベース作成用)。
- ・SPでは各加盟国の研究者による独自の観測が行われる。PIのSPデータ優先権は実験実施後1年間。
- ・日本のSP実験時間は合計約200時間。
- ・毎年10-17件のSP実験申請(毎年3月に公募。新規の申請は例年2-5件)。
- ・各種科研費やプロジェクト研究費などを用いて現地での観測を実施。
- ・過去の日本のEISCAT特別実験については、
<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/sp.html> (実験一覧)
http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/EISCAT_SP/ (実験ログやサマリープロット)
を参照。

EISCATレーダー観測スケジュール

<http://www.eiscat.se/raw/schedule/schedule.cgi>

HQ Operations, July 2013

Year: 2013
Month: July

Scheduled
 Requested
 Archived data

VHF radar
 Kiruna receiver
 HF heating/radar

Tristatic UHF
 Sodankylä receiver
 SPEAR

Tromsø UHF
 Svalbard radar

Query

	00UT	04UT	08UT	12UT	16UT	20UT	24UT	
2013:07:01 Mon	.	.	.	11111111	.	.	.	VHF FroscaPMSE CN(40)
2013:07:02 Tue	.	.	.	11111111	.	.	.	VHF FroscaPMSE CN(40)
2013:07:03 Wed	.	.	.	11111111	.	.	.	VHF WADIS PP(24)
2013:07:04 Thu	.	.	.	11111111	.	.	.	VHF WADIS PP(24)
2013:07:05 Fri	.	.	.	.	.	.	.	.
2013:07:06 Sat	.	.	.	.	.	.	.	.
2013:07:07 Sun	.	.	.	.	.	.	.	.
2013:07:08 Mon	.	.	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	VHF CP6 CP(500)
2013:07:08 Mon	.	.	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	KIR CP6 CP(500)
2013:07:08 Mon	.	.	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	SOD CP6 CP(500)
2013:07:08 Mon	.	.	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:08 Mon	.	.	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:08 Mon	.	.	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:09 Tue	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	VHF CP6 CP(500)
2013:07:09 Tue	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	KIR CP6 CP(500)
2013:07:09 Tue	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	SOD CP6 CP(500)
2013:07:09 Tue	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:10 Wed	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	VHF CP6 CP(500)
2013:07:10 Wed	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	KIR CP6 CP(500)
2013:07:10 Wed	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	SOD CP6 CP(500)
2013:07:10 Wed	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:11 Thu	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	VHF CP6 CP(500)
2013:07:11 Thu	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	KIR CP6 CP(500)
2013:07:11 Thu	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	SOD CP6 CP(500)
2013:07:11 Thu	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:12 Fri	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	VHF CP6 CP(500)
2013:07:12 Fri	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	KIR CP6 CP(500)
2013:07:12 Fri	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	SOD CP6 CP(500)
2013:07:12 Fri	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	CCCCCCCC	ESR CP6 CP(500)
2013:07:13 Sat	.	.	.	.	.	.	.	.
2013:07:14 Sun	.	.	.	.	.	.	.	.

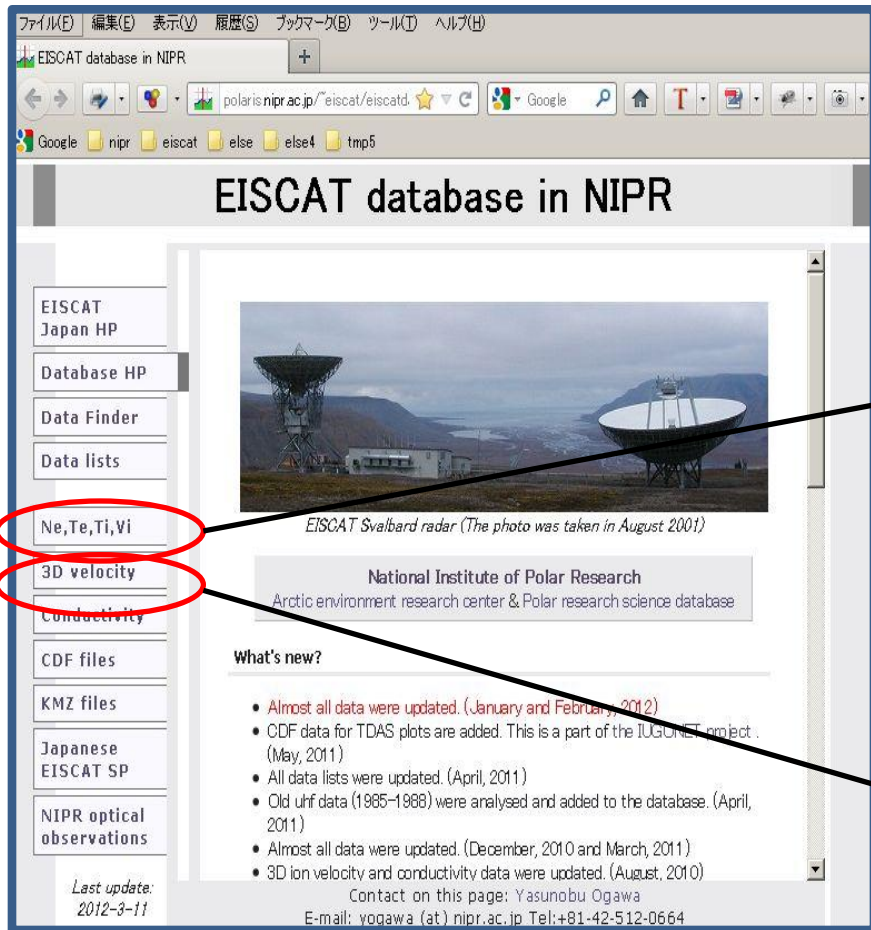
EISCAT本部のウェブページにて確認可能。

過去のEISCATデータのアーカイブ(生データ)や、一部のサマリープロット(や物理量データ)も掲載。

MADRIGALウェブページ:
<http://www.openmadrigal.org/>
にもデータのアーカイブあり。

EISCATデータベース

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscatdata/>



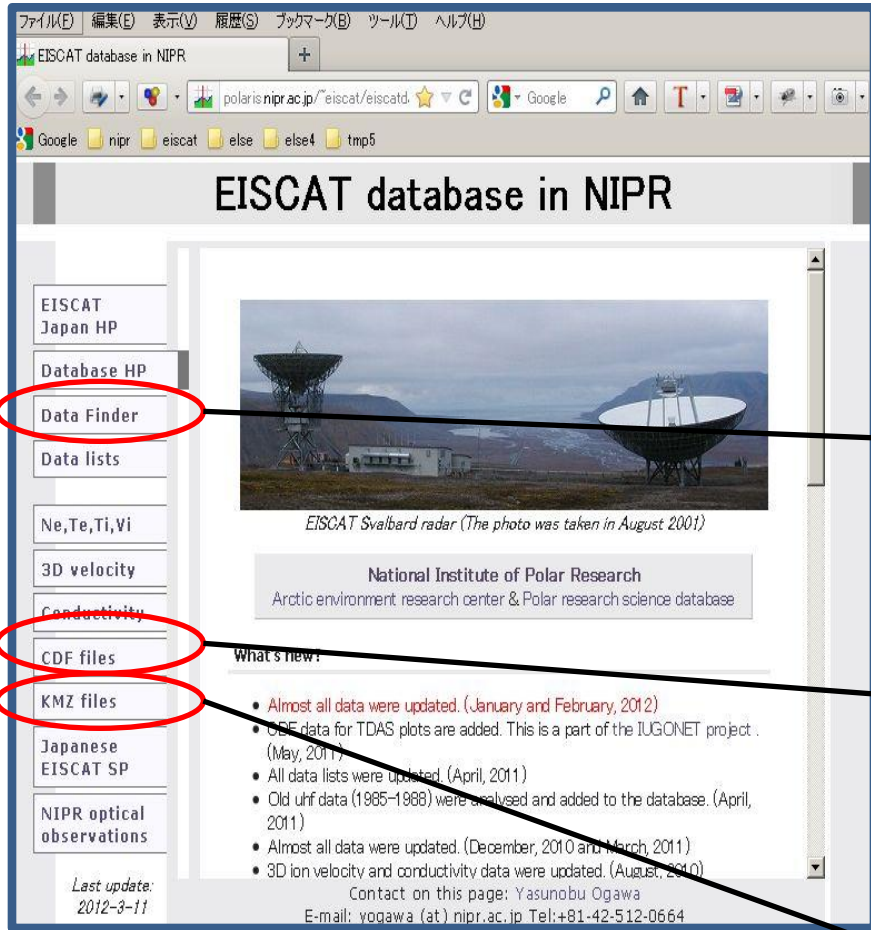
基本物理量
(電子密度、イオン/電子温度、
視線方向のイオン速度)

3次元イオン速度や電場
(カレンダー形式で検索可能)

極地研とSTE研で共同して作成。全国共同利用に役立っている。

EISCATデータベース

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscatdata/>



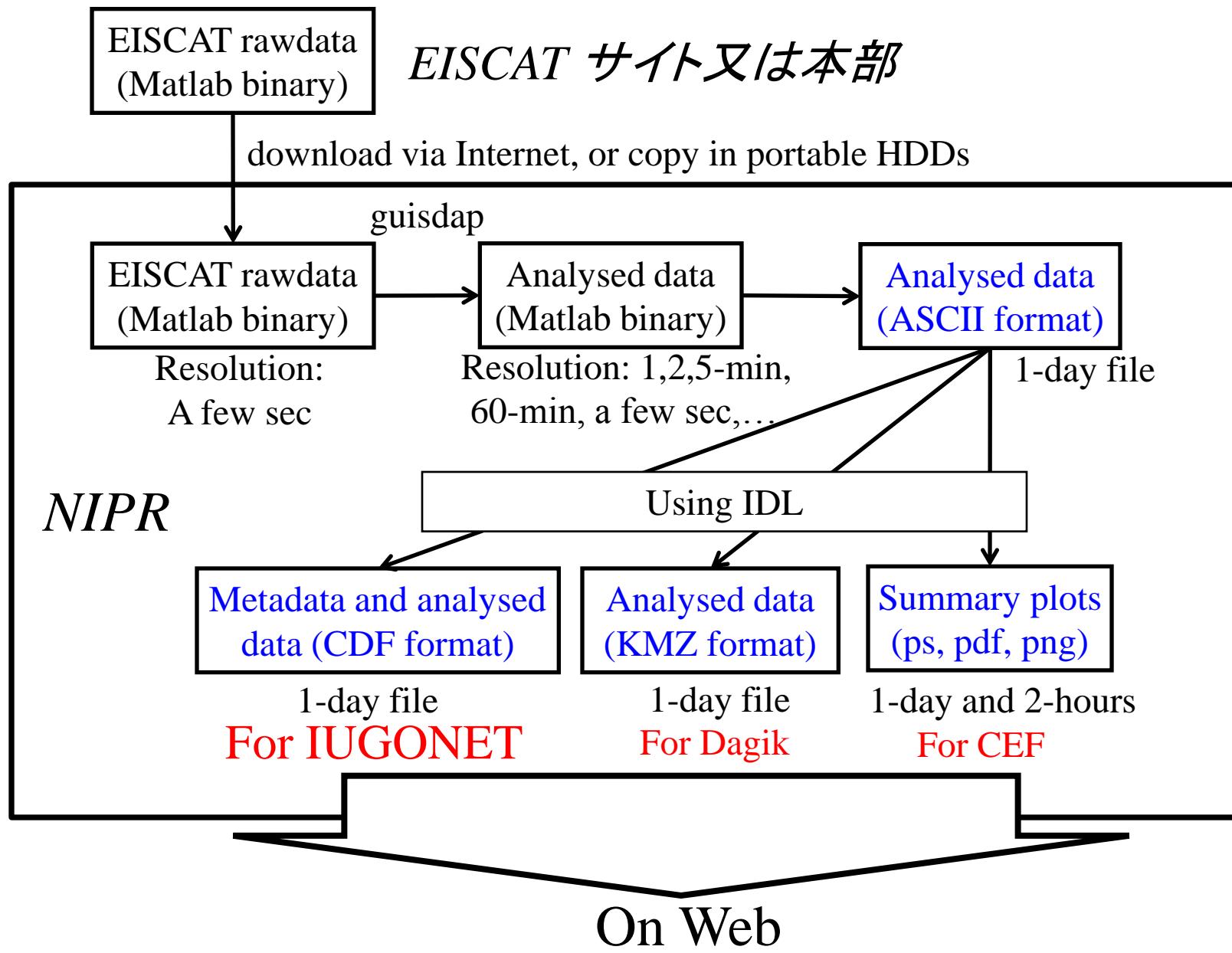
その他にも、様々な
データ検索・可視化
ツールを提供

Conjunction Event Finder
(CEF)

CDF format files for
IUGONET

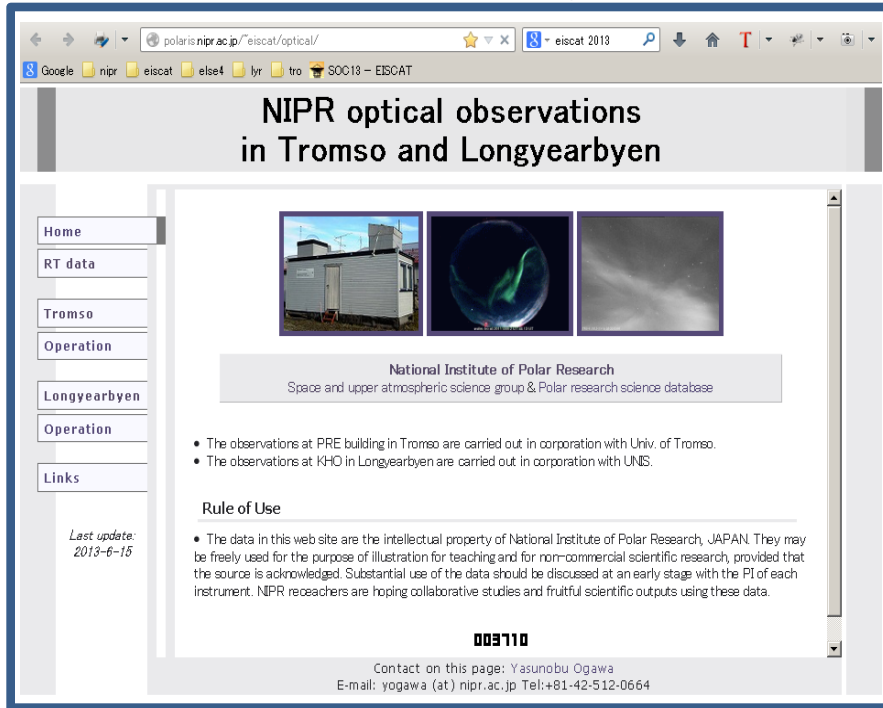
KMZ format files for
Dagik

EISCATデータベース作成までの流れ

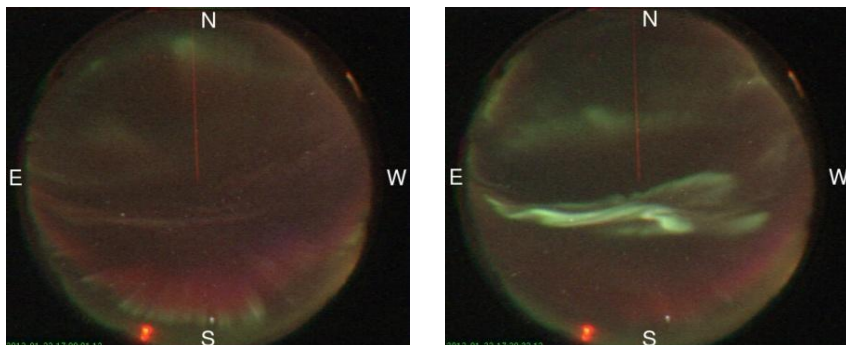


トロムソ/ロングイヤビン光学データベース

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/optical/>



全天オーロラ画像(1秒値)の例



- ・トロムソ/ロングイヤビンで極地研が実施している全天・狭視野・分光観測データを中心に掲載。
- ・UDASでケオグラム作成可能。
- ・全天イメージ画像も扱えるように準備中

EISCAT_3Dレーダー計画



EISCAT_3Dレーダーシステムのイメージ図

EISCAT本部のHP

<https://www.eiscat3d.se/>

EISCAT_3D 国内 HP:

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscat3d/>

EISCAT_3Dレーダー計画:

現行のKST UHF/VHFレーダーに代わる、次世代の多点フェーズドアレイISレーダーシステムの実現を目指して、日本を含む国際共同で準備中。

EISCAT_3Dでは、約200km x 200kmの広さ(E領域高度)の電離圏の時空間変動を、高度方向も含めた3次元で高解像度観測が可能。

コアサイトの候補地はSkibotn か Tromsø 。

2014年から建設開始、2017年から観測開始を想定。約30年間の観測継続を予定。

なお、現行のKST UHF/VHFレーダーは2013年末に観測終了(但し、2017年までの送信周波数帯の確保を検討中)。

データ講習(1)

2013年07月9-11日の磁気嵐イベント
(EISCATトロムソVHFレーダーとESR)

データ講習(1-1)

EISCATレーダーデータをロードする。

1. TDAS初期化

```
IDL> thm_init
```

2. 時間範囲の設定

```
THEMIS> timespan, '2013-7-9', 3
```

3. EISCATレーダーの基本観測データをロード

```
THEMIS> iug_load_eiscat
```

(観測点を指定する場合は、
iug_load_eiscat, site='tro_vhf'
iug_load_eiscat, site=['tro_vhf', 'esr_32m']
等とする。)

4. ロードされたデータを表示

```
THEMIS> tplot_names
```

ロードされたデータが表示される。

```
THEMIS> tplot_names  
1 eiscat_esr32m_pulse  
2 eiscat_esr32m_inttim  
3 eiscat_esr32m_lat  
4 eiscat_esr32m_long  
5 eiscat_esr32m_alt  
6 eiscat_esr32m_range  
7 eiscat_esr32m_ne  
8 eiscat_esr32m_neerr  
9 eiscat_esr32m_te  
10 eiscat_esr32m_teerr  
11 eiscat_esr32m_ti  
12 eiscat_esr32m_titerr  
13 eiscat_esr32m_vi  
14 eiscat_esr32m_viterr  
15 eiscat_esr32m_colf  
:  
:
```



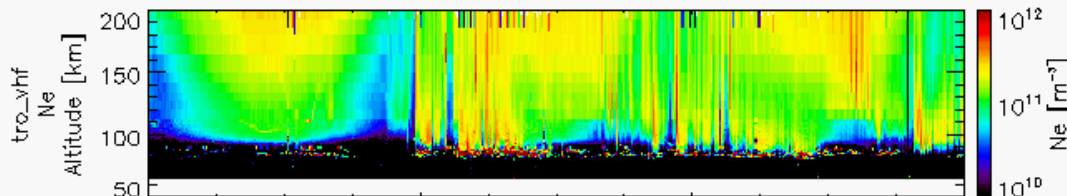
データ講習(1-2)

EISCATレーダーの基本パラメータをプロットする。

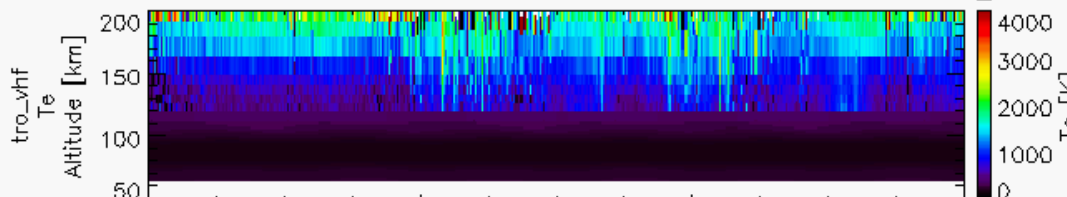
5. トロムソEISCAT-VHFレーダーの基本パラメータ(N_e , T_e , T_i , V_i)をプロットする。

THEMIS> tplot, ['eiscat_trovhf_ne', 'eiscat_trovhf_te', 'eiscat_trovhf_ti', 'eiscat_trovhf_vi']
(または、tplot, [25, 27, 29, 31])

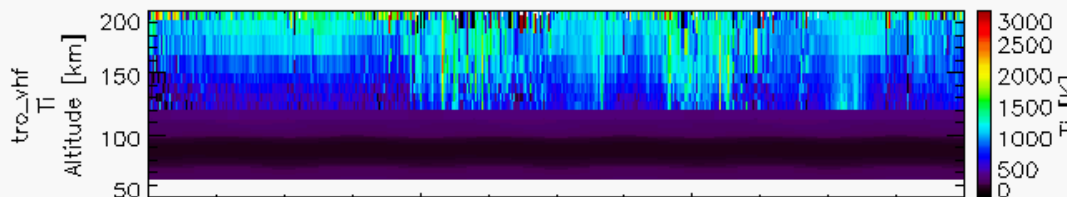
電子密度



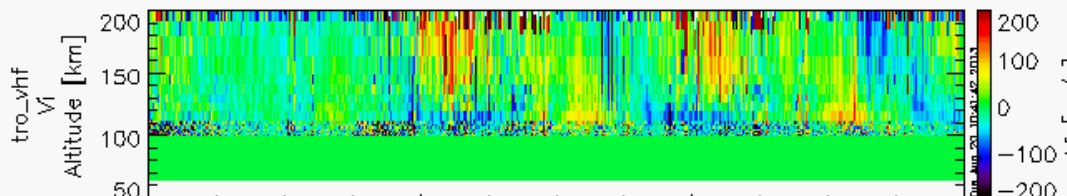
電子温度



イオン温度



イオン速度



Date 09 10 11 12
2013 Jul

データ講習(1-3)

地磁気データと一緒に、すべてのEISCATレーダーのNeデータをプロットする。

6. リアルタイムDst指数をロードする。

```
THEMIS> kyoto_load_dst
```

7. TromsoとLongyearbyenの地磁気をロードする。

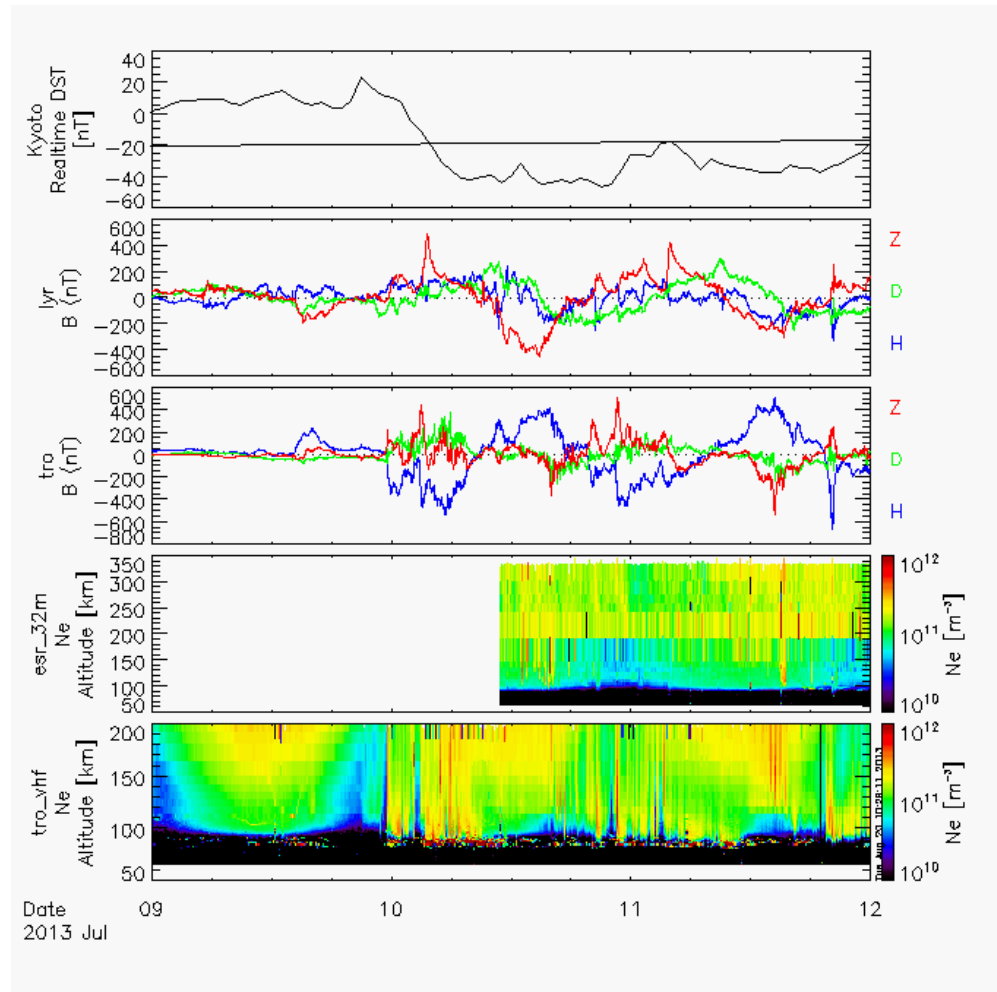
```
THEMIS> thm_load_gmag, site='tro lyr',  
/subtract_average
```

8. ロードされたデータを表示

```
THEMIS> tplot_names
```

9. Dst指数、すべての地磁気(tro, lyr)、すべてのEISCATレーダーの電子密度(esr32m, trovhf)をプロットする。

```
THEMIS> tplot,['kyoto_dst',  
              'thg_mag_*', 'eiscat*_ne']
```



データ講習(1-4)

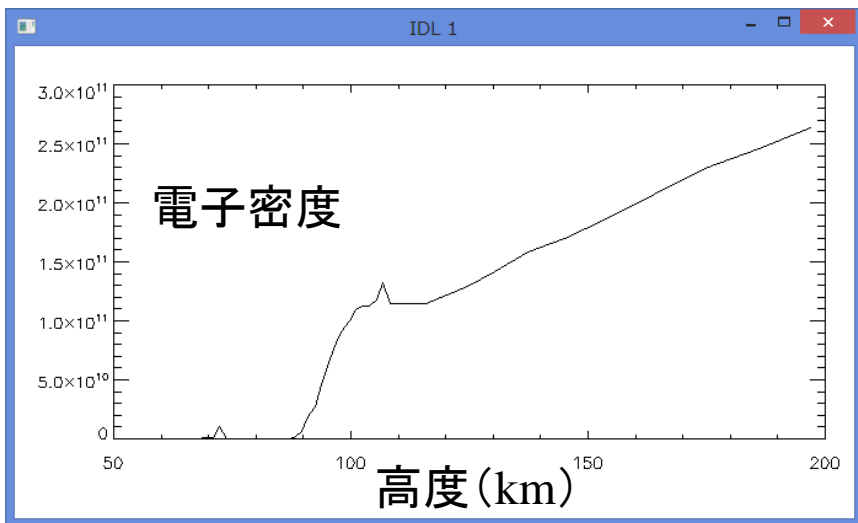
インタラクティブに高度プロファイルを表示する。

10. マウスを使って、インタラクティブに高度プロファイルを表示する。

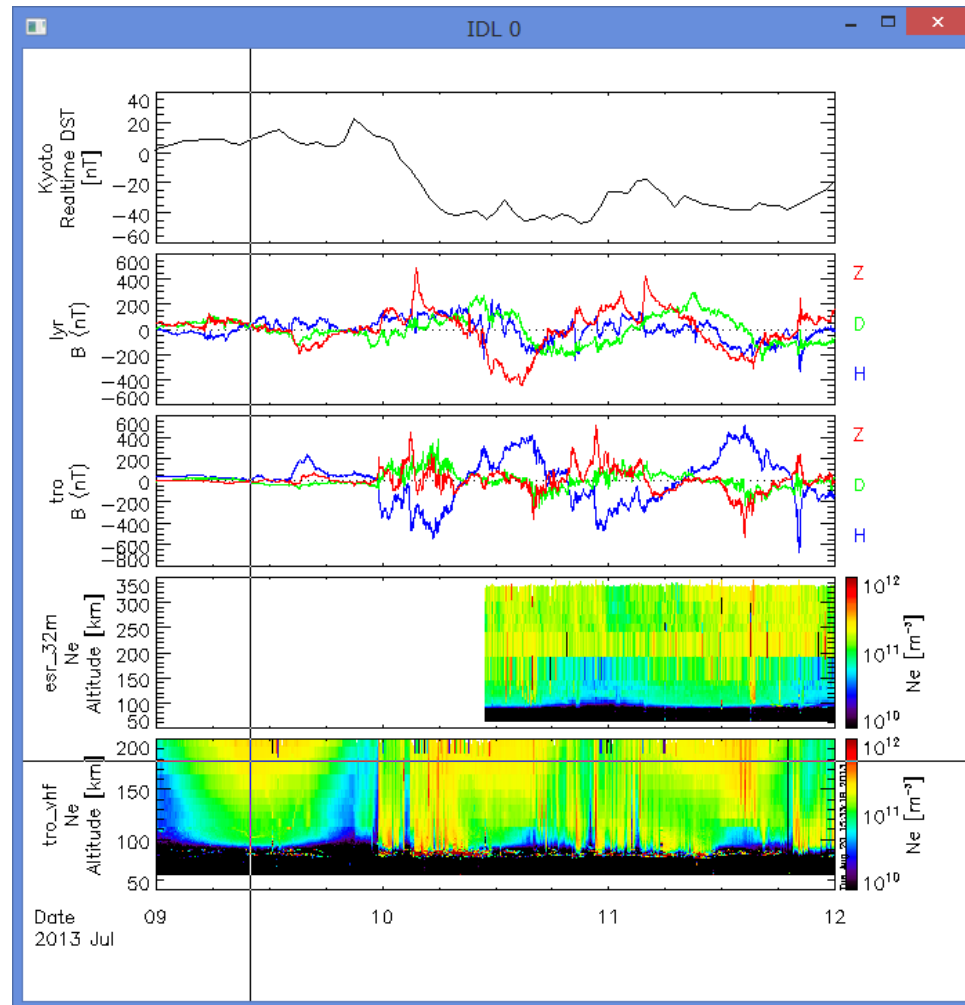
```
THEMIS> window, 1
```

```
THEMIS> ctime, /cut
```

(右クリックで、終了する。)



マウスでクリックした時刻のプロファイルが、インタラクティブに表示される。



データ講習(1-5)

ある時刻の電子密度高度プロファイルをプロットする。(講習会では、省略)

11. ある時刻(2013-07-10/00:40)の要素番号を調べる。

```
THEMIS> idx=nn('eiscat_trovhf_ne', '2013-07-10/00:40')
```

12. 高度データをIDL変数alt1に入れる。

```
THEMIS> get_data, 'eiscat_trovhf_alt ',  
              data=alt1
```

13. NeデータをIDL変数ne1に入れる。

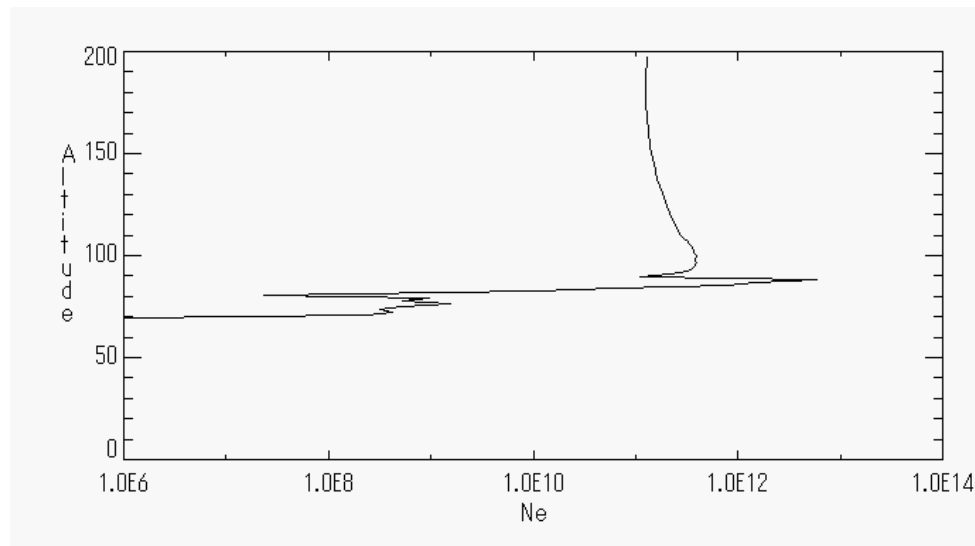
```
THEMIS> get_data, 'eiscat_trovhf_ne',  
              data=ne1
```

14. ne1の構造を調べる。

```
THEMIS> help, ne1, /struct
```

15. 指定した時刻の電子密度高度分布をプロットする。

```
THEMIS> plot, ne1.y[idx, *], alt1.y[idx, *], /xlog, xtitle='Ne', ytitle='Altitude'
```



データ講習(2)

2011年02月4-7日の磁気嵐イベント
(EISCATレーダーと光学データ)

データ講習(2-1)

EISCATレーダー観測によるイオン速度(V_i)と電場(E)ベクトルデータと、地磁気データをロードする。

1. 時間範囲の設定

```
THEMIS> timespan, '2011-2-4', 4
```

2. EISCATのイオン速度(V_i)と電場(E)ベクトルデータをロードする。

```
THEMIS> iug_load_eiscat_vief
```

3. Tromsoの地磁気データをロードする。

```
thm_load_gmag, site='tro', /subtract_average
```

4. リアルタイムDst指数をロードする。

```
THEMIS> kyoto_load_dst
```

5. ロードされたデータを表示

```
THEMIS> tplot_names
```

```
THEMIS> tplot_names
 1 eiscat_kst_pulse
 2 eiscat_kst_inttim
 3 eiscat_kst_lat
 4 eiscat_kst_long
 5 eiscat_kst_alt
 6 eiscat_kst_vi
 7 eiscat_kst_vierr
 8 eiscat_kst_E
 9 eiscat_kst_Eerr
10 eiscat_kst_q
11 thg_mag_tro
12 kyoto_dst
```

データ講習(2-2)

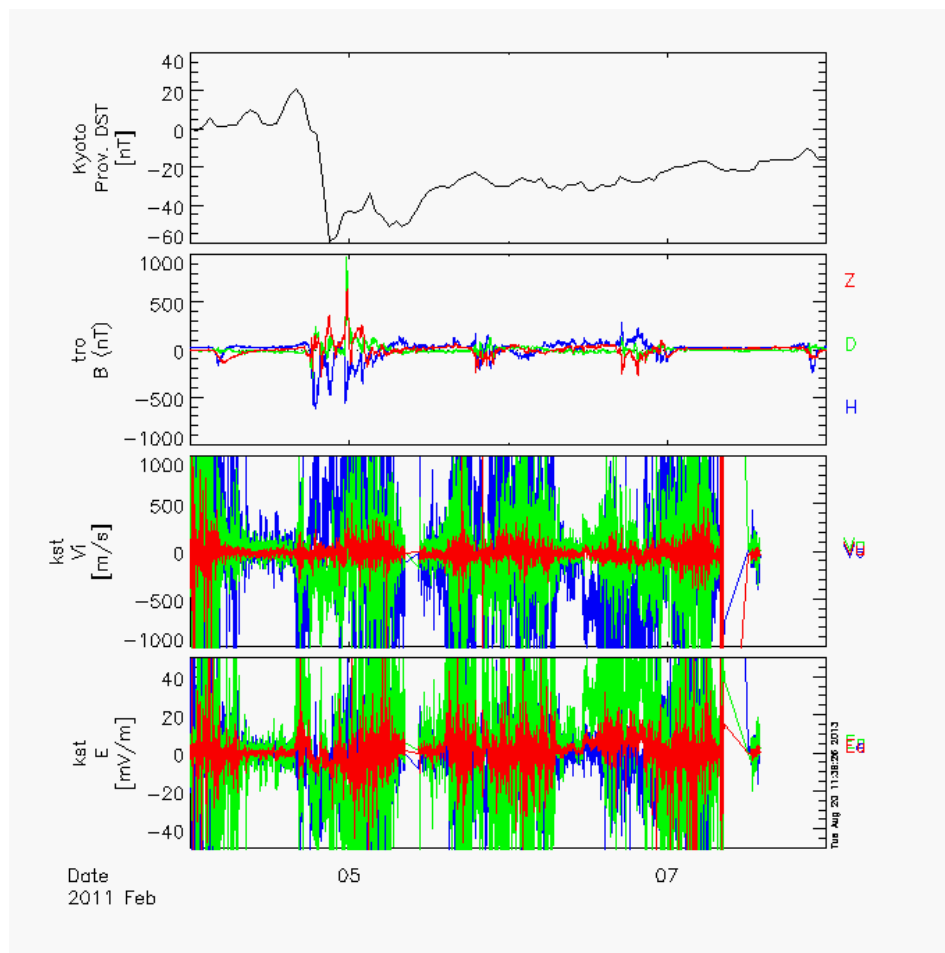
EISCATレーダー観測によるイオン速度(V_i)と電場(E)ベクトルデータと、地磁気データをプロットする。

6. ロードしたデータをプロットする。

```
THEMIS> tplot, ['kyoto_dst', 'thg_mag_tro',  
'eiscat_kst_vi', 'eiscat_kst_E']
```

7. Y軸のタイトルが見えるように、修正する。

```
THEMIS> tplot_options, 'region', [0.05, 0, 1, 1]  
THEMIS> tplot
```



データ講習(2-3)

全天カメラ画像から得られたkeogramデータをロード&プロットする。

8. 時間軸を変更。

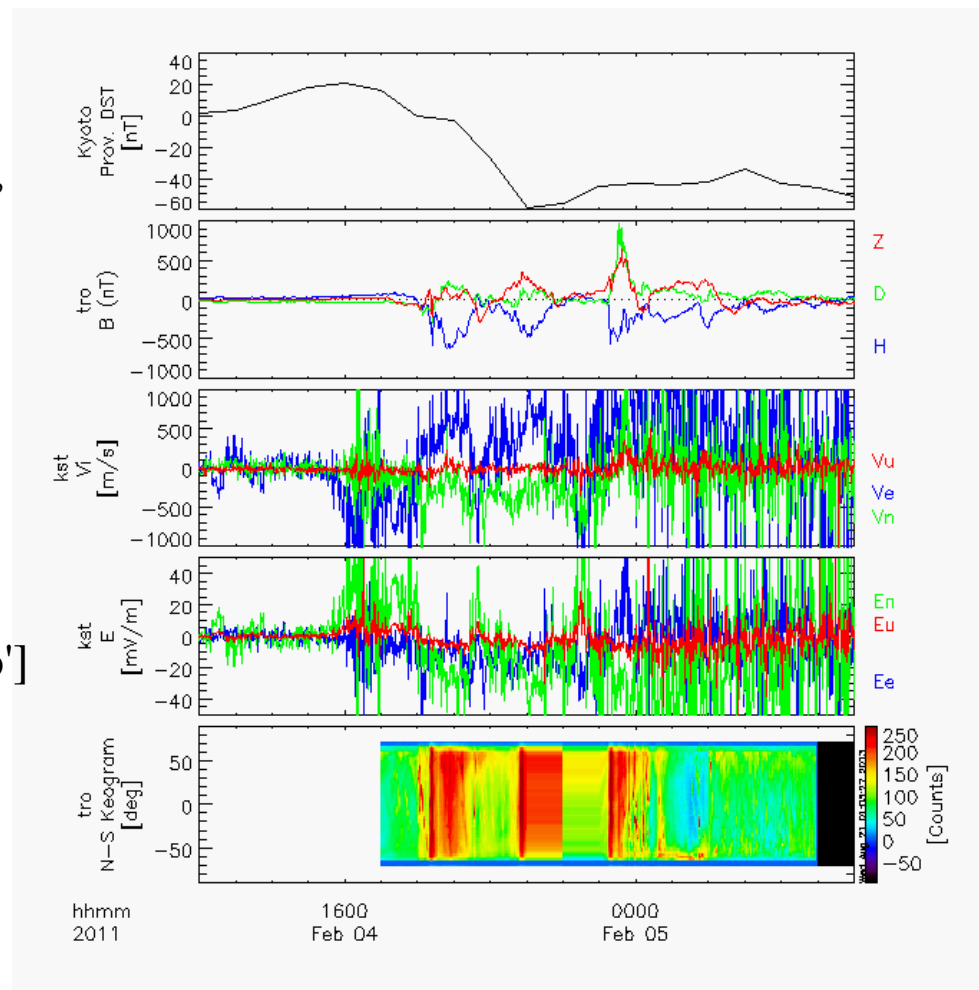
```
THEMIS> tlimit, '2011-2-4/12', '2011-2-5/6'
```

9. トロムソの全天カメラ画像から得られた keogramデータをロード。

```
THEMIS> iug_load_ask_nipr, site='tro'
```

10. Keogramデータを加えてプロット。

```
THEMIS> tplot, ['kyoto_dst', 'thg_mag_tro',  
'eiscat_kst_vi', 'eiscat_kst_E', 'iug_ask_tro']
```



データ講習(2-4)

電場を成分毎に分けてプロットする。

11. 電場Eを、3つの成分に分割する。

```
THEMIS> split_vec, 'eiscat_kst_E'
```

12. Eを成分に分けてプロット。

```
THEMIS> tplot, ['kyoto_dst', 'thg_mag_tro',  
'eiscat_kst_E_x', 'eiscat_kst_E_y',  
'iug_ask_tro']
```

13. 時間軸を変更する。

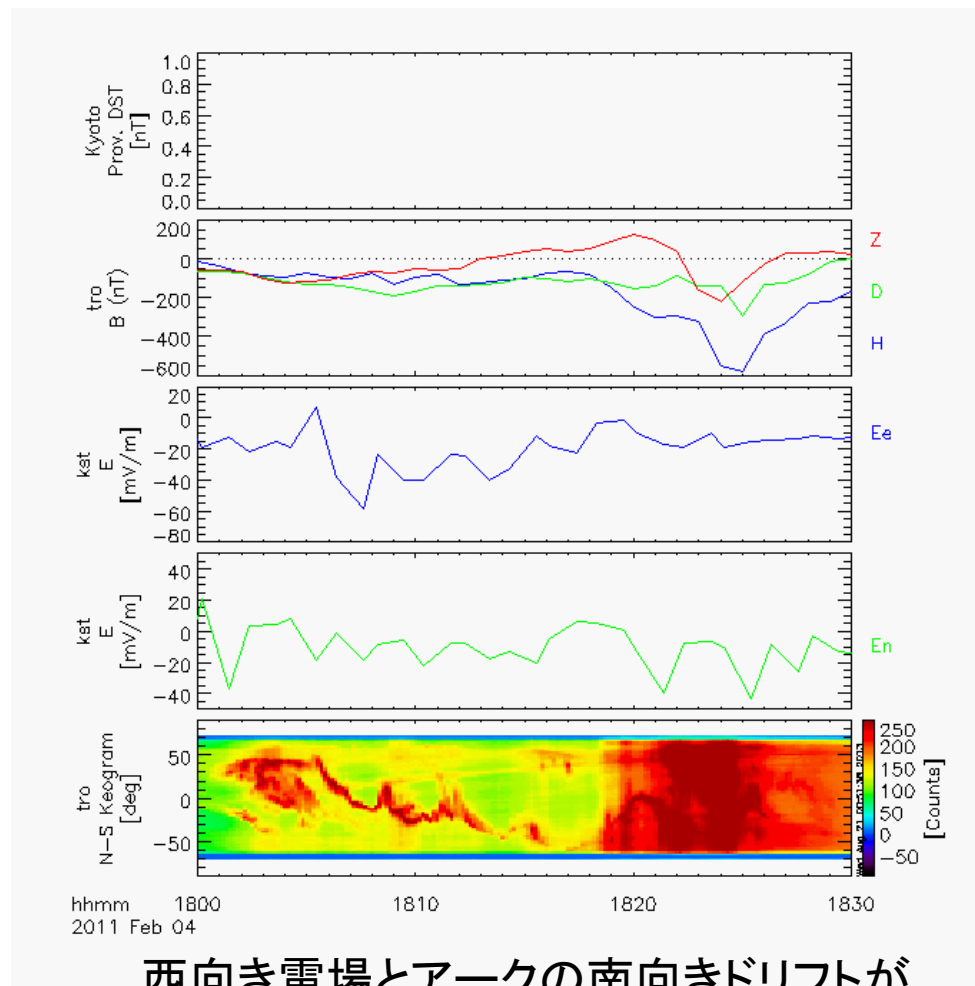
```
THEMIS> tlimit, '2011-2-4/18:00', '2011-2-  
4/18:30'
```

14. Y軸のレンジを変更。

```
THEMIS> ylim, 'eiscat_kst_E_x', -80, 20
```

15. プロット

```
THEMIS> tplot
```



西向き電場とアークの南向きドリフトが
対応している。